

BAB 3 PROSEDUR PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif *quasi eksperimental*. Metode kuantitatif adalah pendekatan yang melibatkan populasi atau sampel tertentu, dengan pengambilan sampel yang dapat dilakukan secara acak atau tidak acak. Pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen penelitian, dan analisis data dilakukan secara kuantitatif untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Sementara itu, metode *quasi eksperimental* digunakan dalam penelitian ini karena melibatkan kelompok kontrol, namun tidak sepenuhnya mampu mengontrol variabel eksternal yang dapat memengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono, 2013).

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merujuk pada variasi atau perbedaan yang ada pada individu, kelompok, objek, atau kegiatan yang memiliki karakteristik tertentu, dan ingin dipelajari untuk mendapatkan pemahaman lebih lanjut (Sugiyono, 2013). Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang dianggap memberikan pengaruh atau menjadi penyebab munculnya perubahan pada variabel terikat. Sementara itu, variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini, model *Wondering, Exploring, Explaining* (WEE) berbantuan PhET berfungsi sebagai variabel bebas, sedangkan hasil belajar kognitif menjadi variabel terikat.

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Non-equivalent Control Group Design*. Pada desain ini kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tidak dipilih secara random atau acak, melainkan sekelompok subjek diambil dari populasi tertentu Sugiyono, (2013). Dalam desain ini, hanya kelas eksperimen yang diberi perlakuan, sementara kelas kontrol tidak diberi perlakuan. Kelas kontrol berfungsi sebagai kelompok pembanding untuk melihat perbedaan hasil yang terjadi setelah pemberian perlakuan pada kelas eksperimen. Untuk kelompok kontrol, model pembelajaran yang digunakan adalah *Direct*

Instruction (DI) dengan bantuan PhET. Gambaran lebih lengkap mengenai desain penelitian *Non-equivalent Control Group Design* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Desain Penelitian *Nonequivalent Control Group Design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

Keterangan:

- O₁ : *Pretest* pada kelas eksperimen
- O₂ : *Posttest* pada kelas eksperimen
- O₃ : *Pretest* pada kelas control
- O₄ : *Posttest* pada kelas control
- X : Perlakuan dengan model pembelajaran *Wondering, Exploring, Explaining* (WEE)

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi Penelitian

Menurut Arikunto, (2013) populasi merujuk pada keseluruhan objek atau subjek yang menjadi sasaran dalam suatu penelitian. Dalam penelitian ini, populasi yang diteliti adalah seluruh siswa kelas X di SMA Negeri 9 Tasikmalaya pada Tahun Pelajaran 2023/2024, yang terdiri dari 9 kelas dengan total 327 siswa. Tabel berikut menyajikan sebaran data populasi siswa kelas X di SMA Negeri 9 Tasikmalaya pada tahun ajaran 2023/2024.

Tabel 3. 2 Populasi Penelitian

No	Kelas	Jumlah Siswa
1.	X-1	36
2.	X-2	36
3.	X-3	37
4.	X-4	36
5.	X-5	36
6.	X-6	37
7.	X-7	36
8.	X-8	36
9.	X-9	37
Total		327

3.4.2 Sampel Penelitian

Penentuan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling, yaitu teknik pemilihan sampel yang didasarkan pada pertimbangan tertentu, bukan secara acak. Menurut Sugiyono, (2013) *purposive* digunakan untuk memilih sampel yang dianggap representatif sesuai dengan tujuan penelitian. Dalam penelitian ini, teknik tersebut diterapkan agar kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki kesamaan karakteristik, sehingga persebaran datanya tidak terlalu berbeda. Sampel dipilih berdasarkan standar deviasi atau simpangan baku dari nilai ulangan harian siswa. Untuk memastikan homogenitas sampel, uji homogenitas varians dilakukan pada sampel yang terpilih. Penelitian ini melibatkan dua kelas sebagai sampel, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, yang diambil dari populasi siswa kelas X di SMA Negeri 9 Tasikmalaya. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Mengumpulkan data nilai ulangan harian siswa dari kelas X-1 hingga X-9, yang mencakup hasil ulangan dari seluruh kelas.
- b. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata nilai ulangan harian untuk setiap kelas.
- c. Menghitung standar deviasi atau simpangan baku dari setiap kelas. Setelah perhitungan selesai, diperoleh data yang menunjukkan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Data Pengambilan Sampel

No	Kelas	Jumlah Siswa	Rata-Rata Nilai	Standar Deviasi
1.	X-1	36	62,42	8,59
2.	X-2	36	66,47	8,45
3.	X-3	37	60,40	8,25
4.	X-4	36	66,80	8,59
5.	X-5	36	66,52	8,80
6.	X-6	37	69,56	8,60
7.	X-7	36	62,51	8,62
8.	X-8	36	64,71	8,45
9.	X-9	37	61,75	8,07
Rata-rata			64,63	

- d. Memilih dua kelas yang memiliki nilai standar deviasi yang hampir sama. Berdasarkan hasil perhitungan, kelas yang terpilih untuk penelitian ini adalah kelas X-3 dan kelas X-9.

- e. Dilakukan perhitungan uji homogenitas untuk kedua kelas terpilih, yaitu kelas X-3 dan kelas X-9. Hasil perhitungan uji homogenitas varians dari sampel yang dipilih disajikan secara rinci pada lampiran penelitian.
- f. Melakukan *pretest* pada kedua kelas untuk mengukur tingkat pemahaman awal siswa. Kelas yang memiliki nilai rata-rata *pretest* lebih tinggi akan dipilih sebagai kelas eksperimen, sementara kelas lainnya akan dijadikan kelas kontrol.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis teknik pengumpulan data yaitu tes dan non-tes.

3.5.1 Tes

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah tes. Menurut Arikunto, (2013) tes merupakan alat atau prosedur yang dirancang untuk mengukur atau mengetahui sesuatu dengan mengikuti aturan dan cara yang sudah ditentukan. Tes dilakukan sebelum (*pretest*) dan setelah (*posttest*) proses pembelajaran pada kedua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Fokus tes dalam penelitian ini adalah pada ranah kognitif, dengan soal berbentuk uraian yang bertujuan untuk mengukur peningkatan hasil belajar siswa. Soal-soal tes disusun berdasarkan indikator hasil belajar kognitif yang mencakup tiga tingkatan, yaitu memahami (C2), menerapkan (C3), dan menganalisis (C4), yang sesuai dengan capaian pembelajaran terkait materi yang diajarkan dalam penelitian ini.

3.5.2 Non Tes

Pengumpulan data non-tes dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lembar observasi untuk menilai keterlaksanaan model pembelajaran WEE. Lembar observasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana model pembelajaran WEE diterapkan dengan baik selama proses kegiatan belajar mengajar fisika. Pengambilan data dilakukan saat proses pembelajaran berlangsung, dengan cara observer mengisi lembar observasi yang telah disediakan. Proses ini membantu peneliti untuk mengevaluasi efektivitas penerapan model pembelajaran WEE di dalam kelas.

3.6 Instrumen Penelitian

3.6.1 Instrumen Tes

Peneliti menggunakan instrumen penelitian berupa tes kemampuan kognitif untuk mengumpulkan data. Tes ini terdiri dari soal *pretest* dan *posttest* yang dirancang untuk mengukur hasil belajar kognitif siswa, sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan. Tes dilakukan guna memperoleh data tentang kemampuan kognitif siswa sebelum dan setelah penerapan model pembelajaran WEE berbantuan PhET di kelas eksperimen, serta model pembelajaran *direct instruction* berbantuan PhET di kelas kontrol. Kisi-kisi soal tes yang digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Intrumen Tes Hasil Belajar Kognitif

Sub Materi	Indikator Soal	Aspek Kognitif		
		C2	C3	C4
Efek rumah kaca	Peserta didik dapat mengidentifikasi bagaimana proses terbentuknya gas CO ₂ .	1		
Efek rumah kaca	Peserta didik dapat mengidentifikasi akibat meningkatnya gas CO ₂ di atmosfer.	2		
Pemanasan global	Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab terjadinya pemanasan global.	3		
Pemanasan global	Peserta didik dapat mengonsepan terjadinya pemanasan global setelah disajikan gambar terkait data suhu rata-rata permukaan bumi."		4	
Efek rumah kaca	Peserta didik dapat mengonsepan proses terjadinya efek rumah kaca setelah disajikan gambar tentang efek rumah kaca.		5	
Dampak pemanasan global	Peserta didik dapat menyebutkan faktor-faktor yang menyebabkan meningkatnya pemanasan global?		6	
Dampak pemanasan global	Peserta didik dapat menganalisis dampak pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan.			7
Peningkatan suhu bumi	Peserta didik dapat menganalisis suhu dalam ruangan rumah kaca.			8
Solusi mengatasi pemanasan global	Peserta didik dapat menyampaikan saran dan pendapat mengenai hal-hal			9

Sub Materi	Indikator Soal	Aspek Kognitif		
		C2	C3	C4
	yang harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya pemanasan global.			
Jumlah Soal		9		

3.6.2 Instrumen Non Tes

Instrumen non-tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi yang bertujuan untuk menilai sejauh mana model pembelajaran WEE diterapkan dalam kegiatan belajar mengajar. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap proses pembelajaran di kelas, dengan mengisi lembar observasi sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Lembar observasi ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi keterlaksanaan model WEE selama proses pembelajaran. Kisi-kisi instrumen lembar observasi dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Lembar Keterlaksanaan Model Pembelajaran WEE

No.	Aspek yang Dinilai	Deskripsi kegiatan
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memulai pembelajaran dengan salam dan berdoa. - Guru memeriksa kehadiran peserta didik. - Guru melakukan apersepsi dan mengajak peserta didik mengingat objek-objek kehidupan sehari-hari dan mengaitkannya dengan materi yang akan dipelajari - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran
2	<i>Wondering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menampilkan Gambar/video untuk membangun pertanyaan siswa. - Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya. - Siswa menyampaikan pertanyaan terkait fenomena yang diberikan. - Guru menampung terlebih dahulu pertanyaan yang disampaikan oleh siswa. - Guru memberikan penguatan terkait materi yang akan dipelajari.
3	<i>Exploring</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Guru membagi kelompok peserta didik dan membagikan LKPD kepada setiap kelompok. - Guru menjelaskan kegiatan praktikum yang akan dilakukan.

No.	Aspek yang Dinilai	Deskripsi kegiatan
		<ul style="list-style-type: none"> - Guru membimbing peserta didik melakukan eksperimen melalui PhET <i>simulation</i>. - Peserta didik melakukan eksperimen melalui PhET <i>simulation</i>. - Guru mendorong peserta didik agar bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah pada LKPD. - Peserta didik bersama kelompok berdiskusi dan mengumpulkan informasi yang sesuai
4	<i>Explaining</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Guru meminta siswa untuk mempresentasikan hasil dari eksperimen. - Perwakilan salah satu kelompok mempresentasikan hasil eksperimen di depan kelas. - Kelompok lain diminta untuk menanggapi dan memberikan tanggapan terhadap apa yang telah dipresentasikan. - Guru dan siswa membahas bersama-sama terkait hasil dari percobaan yang telah dilakukan serta menjawab pertanyaan-pertanyaan peserta didik di awal pembelajaran. - Guru meminta semua siswa untuk saling melakukan apresiasi terhadap peserta didik yang sudah terlibat aktif dalam pembelajaran
5	Penutup	<ul style="list-style-type: none"> - Guru mengajak peserta didik untuk menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran hari ini - Guru menyampaikan materi untuk pertemuan selanjutnya. - Guru menutup pembelajaran dengan berdoa dan salam.

3.7 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu uji coba instrumen, uji prasyarat, dan uji hipotesis.

3.7.1 Analisis Keterlaksanaan Model WEE

Keterlaksanaan model pembelajaran WEE dalam penelitian ini dianalisis menggunakan lembar observasi dengan skala *Guttman*. Skala *Guttman*, menurut Sugiyono, (2013), adalah alat ukur yang digunakan untuk menilai suatu fenomena dengan dua pilihan jawaban, yaitu "ya" atau "tidak". Setiap jawaban yang sesuai

dengan kriteria yang ditentukan akan diberi skor 1, sedangkan jawaban yang tidak sesuai diberi skor 0. Skor akhir dari observasi ini dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{\text{total skor diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Presentasi skor yang diperoleh diinterpretasikan sesuai Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Interpretasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran WEE

Rentang	Interpretasi
$0 < P \leq 20$	Sangat Tidak Baik
$20 < P \leq 40$	Tidak Baik
$40 < P \leq 60$	Cukup
$60 < P \leq 80$	Baik
$80 < P \leq 100$	Sangat Baik

3.7.2 Uji Coba Instrumen

a. Validitas Ahli

Validitas ahli dilakukan sebelum instrumen tes diuji coba kepada siswa. Pengujian validitas instrumen ini dilakukan dengan melibatkan ahli di bidangnya, yang akan mengevaluasi soal tes melalui lembar validasi instrumen. Penilaian oleh ahli dilakukan dengan memberi tanda *checklist* pada kolom yang tersedia, yang menunjukkan apakah instrumen tes memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Setelah penilaian dilakukan, data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan formula *Aiken's V* sebagai berikut.

$$V = \frac{\sum s (r - l_0)}{[n(c - 1)]} \times 100\%$$

(Mamonto et al., 2021)

Keterangan:

V = Rata-rata keseluruhan validasi

$\sum s$ = Jumlah pengurangan nilai *rater* dikurangi nilai terendah

r = Angka yang diberikan oleh validator

l_0 = Angka penilaian validitas yang terendah

c = Angka penilaian validitas yang tinggi

n = Banyaknya validator

Nilai validitas instrumen oleh ahli selanjutnya dikategorikan berdasarkan kriteria kevalidan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Interpretasi Koefisien Validitas

Nilai Koefisien	Interpretasi
$0,6 \leq V \leq 1$	Valid
$V < 0,6$	Tidak Valid

Sumber: (Azwar, 2012)

Perhitungan data hasil validasi oleh 3 orang ahli yang merupakan dosen dan guru fisika dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Hasil Validasi Ahli

Nomor Soal	Nilai Koefisien (V)	Interpretasi
1	1,25	Valid
2	1,25	Valid
3	1,25	Valid
4	1,25	Valid
5	1,25	Valid
6	1,25	Valid
7	1,25	Valid
8	1,25	Valid
9	1,25	Valid
Rata-rata Keseluruhan	1,25	Valid

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh nilai rata-rata koefisien *Aiken's V* untuk instrumen tes kemampuan kognitif sebesar 1,25. Nilai ini menunjukkan bahwa instrumen tes tersebut memiliki validitas yang baik dan dapat digunakan untuk uji coba lebih lanjut.

b. Validitas Butir Soal

Uji coba instrumen dilakukan untuk menilai apakah instrumen penelitian yang digunakan layak atau tidak. Instrumen yang valid menunjukkan bahwa alat ukur yang digunakan untuk mengumpulkan data dapat dipercaya dan tepat. Untuk mengukur validitas instrumen penelitian menggunakan rumus korelasi *Product Moment* Arikunto, (2013) sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X) - (\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

(Arikunto, 2013)

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi antara variable X dan variable Y

N = Banyaknya subjek

X = Jumlah skor item

Y = Jumlah skor total

Setelah diperoleh koefisien korelasi antara variabel X dan Y r_{hitung} selanjutnya yaitu membandingkannya dengan r_{tabel} . Berikut ini adalah kriteria untuk pengujian uji validitas.

1. Instrumen penelitian dikatakan valid jika $r_{hitung} > r_{tabel}$
2. Instrumen penelitian dikatakan tidak valid jika $r_{hitung} < r_{tabel}$

Setelah didapat nilai kemudian diinterpretasikan terhadap tabel nilai r seperti yang tersaji pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Interpretasi Uji Validitas

Koefisien Korelasi	Interpretasi
$0,00 < r_{xy} \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r_{xy} \leq 0,60$	Cukup
$0,60 < r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

Uji coba instrument soal kemampuan kognitif dilaksanakan di kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 9 Tasikmalaya dengan hasil uji validitas ditunjukkan oleh Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Hasil Validitas Uji Coba Instrumen Tes Kemampuan Kognitif

No. Soal	r_{hitung}	r_{tabel}	Simpulan	Keterangan
1	0,62	0,33	Valid	Saol Digunakan
2	0,69	0,33	Valid	Saol Digunakan
3	0,63	0,33	Valid	Saol Digunakan
4	0,74	0,33	Valid	Saol Digunakan
5	0,65	0,33	Valid	Saol Digunakan
6	0,68	0,33	Valid	Saol Digunakan
7	0,38	0,33	Valid	Saol Digunakan
8	0,70	0,33	Valid	Saol Digunakan
9	0,39	0,33	Valid	Saol Digunakan

c. Uji Reliabilitas

Menurut Arikunto, (2013), uji reliabilitas digunakan untuk menilai sejauh mana suatu instrumen dapat dipercaya untuk mengumpulkan data, yang berarti

instrumen tersebut sudah cukup baik dan konsisten dalam mengukur apa yang dimaksud. Untuk mengukur reliabilitas instrumen dalam penelitian ini, digunakan koefisien reliabilitas *Cronbach's Alpha*, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_1^2}{\sigma_1^2} \right)$$

(Arikunto, 2013)

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas instrumen

n = Banyaknya soal

$\sum \sigma_1^2$ = Jumlah varians skor setiap item

σ_1^2 = Varietas total

Nilai yang didapat dapat diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Interpretasi Uji Realibilitas

Nilai	Interpretasi
$r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r_{11} \leq 0,70$	Cukup
$0,70 < r_{11} \leq 0,90$	Tinggi
$0,90 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

Data reliabilitas butir soal hasil dari uji coba instrument dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Tes Kemampuan Kognitif

Koefisien Reliabilitas	Interpretasi
0,80	Tinggi

3.7.3 Uji Prasyarat

a. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah salah satu langkah analisis untuk menentukan apakah data yang diperoleh memiliki distribusi yang normal atau tidak. Pengujian ini penting untuk memastikan kelayakan data dalam analisis statistik tertentu. Salah satu metode yang digunakan untuk menguji normalitas adalah dengan rumus *chi-kuadrat*. Adapun rumus untuk mencari nilai *chi-kuadrat* hitung adalah sebagai berikut.

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$$

(Arikunto, 2013)

Keterangan:

X^2 = Chi-kuadrat hitung

f_0 = Frekuensi observasi

f_h = Frekuensi yang diharapkan

$f_0 - f_h$ = Selisih data f_0 dengan f_h

Dengan kriteria:

Jika $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, maka distribusi data dinyatakan normal

Jika $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$, maka distribusi data dinyatakan tidak normal

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah prosedur analisis yang bertujuan untuk mengetahui apakah data dari beberapa kelompok memiliki varians yang sama atau tidak. Dalam penelitian ini, homogenitas data diuji menggunakan metode uji *Fisher* dengan persamaan sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{S_b^2}{S_k^2}$$

(Sugiyono, 2017)

Keterangan:

S_b^2 = Varians terbesar

S_k^2 = Varians terkecil

Hipotesis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H_0 = S_b^2 = S_k^2$$

$$H_i = S_b^2 \neq S_k^2$$

Kemudian hasil perhitungan nilai dibandingkan antara F_{hitung} dan F_{tabel} dengan derajat kebebasan pembilang dan penyebut yaitu d_{k1} dan d_{k2} . Dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima, artinya varians kedua populasi homogen.

- 2) Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, artinya varians dari data tidak homogen.

3.7.4 Uji Hipotesis

Uji hipotesis yang digunakan adalah uji-t. Uji-t dilakukan untuk mengetahui terdapat perbedaan atau tidak jika suatu karakteristik diberi perlakuan yang berbeda oleh peneliti dengan satu variabel terikat. Persamaan untuk mengetahui harga t_{hitung} pada uji t sampel bebas adalah sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SDG \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

(Arikunto, 2013)

Dimana, SDG (Standar Deviasi Gabungan) dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$SDG = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)V_1 + (n_2 - 1)V_2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

(Arikunto, 2013)

Keterangan:

\bar{X}_1 = Rata-rata data kelompok eksperimen

\bar{X}_2 = Rata-rata data kelompok control

n_1 = Jumlah data kelompok eksperimen

n_2 = Jumlah data kelompok kontrol

V_1 = Varians kelompok eksperimen

V_2 = Varians kelompok kontrol

Kemudian dilakukan perbandingan hasil antara t_{hitung} dan t_{tabel} dengan derajat kebebasan menggunakan rumus $db = n - 1$ dan taraf signifikan sebesar 5%. Sehingga kriteria untuk pengujian uji hipotesis dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka (H_0) ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat pengaruh model pembelajaran WEE berbantuan PhET terhadap hasil belajar kognitif siswa

- 2) Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka (H_o) diterima dan H_a ditolak, artinya tidak terdapat pengaruh model pembelajaran WEE berbantuan PhET terhadap hasil belajar kognitif siswa.

3.7.5 Uji *N-Gain*

Uji *N-Gain* digunakan untuk menganalisis tingkat peningkatan hasil belajar antara nilai *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelompok, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Hasil uji ini memberikan gambaran mengenai seberapa besar peningkatan yang terjadi setelah perlakuan diberikan. Perhitungan nilai *N-Gain* dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$g = \frac{(Sf) - (Si)}{100\% - (Si)}$$

Selanjutnya data yang telah dianalisis akan diinterpretasikan berdasarkan kriteria nilai gain seperti pada tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Tabel Skor *N-Gain*

Indeks Gain	Interpretasi
$g > 0,7$	Tinggi
$0,70 \geq g \geq 0,30$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

3.8 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.8.1 Tahap Perencanaan

- Melakukan observasi ke sekolah untuk melakukan wawancara dengan guru fisika, yang dilakukan pada tanggal 27 Oktober 2023, guna memahami kondisi pembelajaran saat ini.
- Menganalisis hasil observasi dan studi literatur terkait model pembelajaran WEE.
- Penentuan sampel penelitian dengan memilih kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- Penyusunan modul ajar dan instrument penelitian.
- Melakukan uji validitas dan reabilitas instrument.
- Penyusunan jadwal pembelajaran.

3.8.2 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan secara terstruktur dengan langkah-langkah berikut:

- a. Pelaksanaan *pretest*: Sebelum pemberian perlakuan, dilakukan tes awal (*pretest*) berupa soal uraian untuk mengukur kemampuan awal siswa. *Pretest* dilaksanakan pada 20 Mei 2024 dan 22 Mei 2024 di kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- b. Pemberian perlakuan pada kelas eksperimen: Siswa di kelas eksperimen diberikan pembelajaran menggunakan model WEE berbantuan PhET. Pembelajaran ini berlangsung pada 27 Mei 2024 dan 3 Juni 2024.
- c. Pembelajaran pada kelas kontrol: Siswa di kelas kontrol dilakukan pembelajaran menggunakan model *direct instruction* berbantuan PhET. Pembelajaran ini berlangsung pada 29 Mei 2024 dan 5 Juni 2024.
- d. Pelaksanaan *posttest*: Setelah perlakuan selesai, *posttest* dilakukan untuk mengukur hasil belajar siswa. *Posttest* dilakukan pada 4 Juni 2024 dan 6 Juni 2024 di kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.8.3 Tahap Akhir

Pada tahap akhir penelitian, peneliti melaksanakan sejumlah langkah berikut untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan:

- a. Menyusun laporan penelitian berupa pengolahan data hasil analisis tes kemampuan kognitif serta penyusunan pembahasan.
- b. Menyusun kesimpulan berdasarkan hasil dari pengolahan data.

3.9 Waktu dan Tempat Penelitian

3.9.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 9 Tasikmalaya pada semester genap tahun 2023/2024 dengan jadwal kegiatan penelitian sesuai Tabel 3.14.

No	Kegiatan Penelitian	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
1.	Observasi masalah															
2	Pengajuan judul															
3.	Penyusunan Proposal dan instrumen penelitian															
4.	Revisi proposal penelitian															
5.	Seminar proposal															
6.	Revisi seminar proposal															
7.	Validasi instrument															
8.	Uji coba instrument															
9.	Penelitian															
10	Pengolahan Data Hasil Penelitian															
11	Penyusunan Skripsi															
12	Bimbingan skripsi															
13	Seminar hasil															
14	Revisi Seminar Hasil															
15	Sidang skripsi															

Tabel 3. 14 Waktu Penelitian

3.9.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 9 Tasikmalaya, yang beralamat di Jl. Leuwidahu No. 61, Kecamatan Indihiang, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat, dengan kode pos 46196. Lokasi sekolah ini menjadi tempat pelaksanaan seluruh

rangkaian penelitian. Untuk memberikan gambaran lebih jelas, berikut disajikan dokumentasi berupa foto lokasi SMA Negeri 9 Tasikmalaya.



Gambar 3. 1 Tempat Penelitian